DIE

SERPENTINE DER VOGESEN.

Inauguraldissertation

der mathematischen und naturwissenschaftlichen Facultät der Universität Strassburg

am 5. Mai 1875.

Eingereicht von

B. Weigand.

(Aus den Mineralogischen Mittheilungen, gesammelt von G. Tschermak 1875. Heft III.)

WIEN.

ALFRED HÖLDER

K. K. UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER.

Rothenthurmstrasse 15.

Commissions-Verlag von **A. Hölder**, k. k. Universitäts-Buchhändler, in Wien.

Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Band I. Mit 48 lithographirten Tafeln . . . 23 fl. 12 kr.
" " " " " " II. " 78 " " . . . 36 " 80 "
" " " " " " III. " 52 " " . . . 31 " 52 "
" " " " " " IV. " 85 " " . . . 45 " — "

Der dritte und vierte Band enthalten ausschliesslich:

Dr. **M. Hörnes.** Die fossilen Mollusken des Tertiärbeckens von Wien.

Abhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt. Band V. Mit 43 lith. Tafeln . . . . . 32 " — "

Heft 1. **Dr. M. Bunzel.** Die Reptilfauna der Gosauformation in der Neuen Welt bei Wr.-Neustadt. Mit lithogr. Tafeln . . . . . 4 " 50 "

Heft 2. **Dr. M. Neumayr.** Die Cephalopodenfauna der Oolithe von Balin bei Krakau. Mit 7 lithogr. Tafeln . . . . . 4 " — "

Heft 3. **Dr. G. C. Laube.** Die Echinoiden der österreichisch-ungarischen oberen Tertiärablagerungen. Mit 4 lithogr. Tafeln . . . . . 2 " 50 "

Heft 4. **Dr. A. Kornhuber.** Ueber einen fossilen Saurier aus Lesina. Mit 2 lithogr. Doppeltafeln . . . . . 2 " — "

Heft 5. **A. Redtenbacher.** Die Cephalopodenfauna der Gosauschichten in den nordöstlichen Alpen. Mit 9 lithogr. Tafeln . . . . . 5 " 50 "

Heft 6. **Dr. M. Neumayr.** Die Fauna der Schichten mit *Aspidoceras acanthicum*. Mit 13 lithogr. Tafeln . . . . . 14 " — "

Abhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt. Band VI.

Dr. Edm. v. Mojsisovics. Das Gebirge um Hallstatt. I. Theil. Die Mollusken-Faunen der Zlambach und Hallstätter-Schichten.

Heft 1. *(Orthoceras, Nautilus, Lytoceras, Phylloceras, Pinacoceras, Sageceras, Arcestes* z. T.) Mit 32 lithogr. Tafeln . . . . . 20 " — "

Heft 2. **(Arcestes, didymites, Lobites).** Mit 38 lithogr. Tafeln . . . . . 30 " — "

Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Band VII.

Heft 1. **Dr. Alois v. Alth.** Ueber die paläozoischen Gebilde Podoliens und deren Versteinerungen. I. Abtheilung. Mit 5 lith. Tafeln . . . . . 9 " — "

Heft 2. **Dr. Edm. v. Mojsisovics.** Ueber die triadischen Pelecypoden-Gattungen *Daonella* und *Halobia*. Mit 5 lith. Tafeln . . . . . 6 " — "

Heft 3. **Dr. M. Neumayr u. C. M. Paul.** Die Congerien- und Paludinenschichten Slavoniens. Mit 10 lithogr. Tafeln . . . . . 15 " — "

Abhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt. Band VIII.

Heft 1. **D. Stur.** Die Culmflora des mährisch-schlesischen Dachschiefers. Mit 17 lithogr. Tafeln . . . . . 28 " — "

Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1850, 1852, 1859, 1861—1866 . . . . . pro Bd. à 5 " 25 "
" " " " " 1867—1874 . . . . . " " à 8 " — "
" " " " " General-Register der ersten zehn Bände . . . . . 1 " 50 "
" " " " " " " der Bände XI—XX und der Jahrgänge 1860—1870 der Verhandlungen . . . . . 3 " — "

Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1867—1874 . . . . . pro Jahrgang à 3 " — "

Kenngott, Dr. G. A. Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen in den Jahren 1844—1849. Herausgegeben von der k. k. geologischen Reichsanstalt . . . . . 3 " 72 "
" Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen in den Jahren 1850 und 1851 . . . . 2 " 64 "
" Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen in dem Jahre 1852 . . . . . 2 " 12 "

Catalog der Ausstellungsgegenstände bei der Wiener Weltausstellung 1873 . . . . . 2 " — "

Fuchs Th. Geologische Karte der Umgebung Wien's. Mit einem Heft Erläuterungen und drei lith. Tafeln . . . . . 4 " — "

Haidinger, W. Naturwissenschaftl. Abhandl. Gesammelt und durch Subscript. herausgegeben. II. Bd. m. 30 lith. Tafeln. 18 fl. 92 kr. III. Bd. mit 33 lith. Taf. 21 fl. IV. Bd. m. 30 lith. Taf. . . 24 " 16 "
" Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien. Gesammelt und durch Subscription herausgegeben.
II. und III. Bd. à 3 fl. 52 kr. IV. Bd. 2 fl. 80 kr. V. und VI. Bd. à 1 fl. 60 kr. VII. Bd. 2 fl. 42 kr.

Im Verlage der Universitäts-Buchhandlung von A. Hölder in Wien ist erschienen:

Geologische Uebersichtskarte der Oesterreichischen Monarchie, nach den Aufnahmen der k. k. geologischen Reichsanstalt bearbeitet von Franz Ritter v. Hauer . . . . . 45 fl. — kr.
Blatt I Titelblatt. Blatt II Böhmen einzeln*) . . . . . 8 " — "
" III Westkarpathen, einzeln . . . . . 7 " — "
" IV Ostkarpathen, einzeln . . . . . 7 " — "
" V Westliche Alpenländer, einzeln . . . . . 7 " — "
" VI Oestliche Alpenländer, einzeln . . . . . 7 " — "
" VII Ungarisches Tiefland, einzeln . . . . . 7 " — "
" VIII Siebenbürgen, einzeln . . . . . 8 " — "
" IX Farbenerklärung, einzeln . . . . . 2 " — "
" X Dalmatien, einzeln . . . . . 4 " — "
" XI und XII Vergleichende Formationstafel, einzeln*) . . . . . 3 " — "

Hauer Fr. Ritt. v. Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der Oesterr.-Ungar. Monarchie. 1874. . . . . 9 " 20 "

Preisverzeichniss der von der k. k. geolog. Reichsanstalt geologisch colorirten Karten.

A. Generalkarten im Maasse von 1 : 288.000 der Natur. 4000 Klafter = 1 Zoll. etc.

	Schw. Karte fl.	kr	Color. Karte fl.	kr
I. Administrativ-Karte v. Ungarn; 18 Blätter			74	95
II. Salzburg; 1 Blatt	1	50	25	—
III. Kärnthen, Krain und Istrien in 4 Blättern	2	—	50	—
IV. Lombardie und Venedig in 4 Blättern				
— bis zur Landesgrenze	4	—	16	—
Lombardie und Venedig über die Landesgrenze	4	—	30	—
V. Tirol und Vorarlberg in 2 Blättern	3	—	27	—
VI. Siebenbürgen in 4 Blättern	2	—	17	—
VII. Banat in Blättern	4	20	12	—
VIII. Steiermark in 4 Bl.	2	—	30	—
IX. Slavonien und Militärgränze; 1 Blatt 4000° = 1 Zoll		—	50	4 50
X. Croatien und Militärgrenze; 13 Blatt 2000° = 1 Zoll	3	—	14	—
XI. Dalmatien in 3 Blätter 4000° = 1 Zoll bis zur Grenze		—	60	4 —
über die Grenze		—	—	5 —

*) Blatt I und II sowie XI und XII werden nur zusammen abgegeben.

VI. Die Serpentine der Vogesen.

Von **Bruno Weigand.**

Der Serpentin nimmt unter den gesteinsbildenden Mineralien eine bevorzugte Stelle ein und ist vielen hervorragenden Forschern ein ergiebiges Feld von Untersuchungen und interessanten Entdeckungen geworden; in der That muss seine so häufig beobachtete Entstehung aus anderen Verbindungen die Aufmerksamkeit auf ihn lenken zu einer Zeit, da man mehr und mehr zu der Einsicht gekommen ist, dass viele der krystallinen Gesteine nicht in ihrer jetzigen Gestalt aus feurigem Flusse erstarrt sind oder sich aus wässerigen Lösungen abgeschieden haben, sondern durch säculare chemische Processe die durchgreifendsten Veränderungen erfahren haben, so dass die Art ihrer Entstehung, so wie ihre frühere Beschaffenheit für uns meist noch ungelöste Räthsel sind. Bei dem Serpentin ist das Studium der Genese besonders erleichtert, da derselbe dasjenige der sicher umgewandelten Gesteine ist, von welchem man die frühere Beschaffenheit, so wie den Process der Umwandlung, am genauesten kennt, ja bei welchem man beide noch heutzutage durch die Analyse nachweisen und mittelst des Mikroskops die verschiedenen Stadien des Ueberganges beobachten kann.

Die Geschichte der Meinungen über ihn ist sehr wechselvoll. Durch vielfache Pseudomorphosen schon früh als ein Product der Metasomatose bekannt, wurde er zuerst von Quenstedt[1]) in der Krystallform des Olivin (von Snarum) genauer untersucht und als Zersetzungsproduct des letzteren unwiderleglich nachgewiesen. Trotzdem wurde das Ergebniss dieser Untersuchung von mehreren Seiten[2]) angefochten. Als aber Gustav Rose, auf sehr gutes Material gestützt, sich für dieselbe erklärte,[3]) verliess man die frühere Ansicht, dass jene Snarumer Krystalle ursprüngliche Serpentinkrystalle seien, und adoptirte die zugleich von Rose ausgesprochene Vermuthung, dass der Serpentin ein allgemeines Endproduct der Zersetzung der Gesteine sei, und dass daher wahrscheinlich alle mit ihm vergesellschaftet angetroffenen Gesteine das Material zu seiner Bildung geliefert hätten.

---

[1]) Pogg. Ann. 1835.
[2]) Tamnau, Böbert, Scheerer, Herrmann.
[3]) Berl. Monatsb. 1851.

So sprach man von seiner Entstehung aus Diabas, Granulit u. s. w. und stand damit vor einem scheinbar unlöslichen chemischen Räthsel.

Auch hier, wie in so vielen Fragen der Petrographie, brachte das Mikroskop Licht und Klarheit. Sandberger[1]) hatte bereits constatirt, dass das Auftreten des Olivinfels ein ziemlich verbreitetes sei, und in Folge dessen, auf die Untersuchungen Quenstedt's gestützt, für alle diejenigen Serpentine, welche die gleichen accessorischen Mineralien, wie jenes Gestein, führen, die Entstehung aus demselben in Anspruch genommen, während er für andere Serpentine die Entstehung aus irgend anderen sie begleitenden Gesteinen zuliess. Tschermak[2]) untersuchte nun mikroskopisch eine ganze Reihe von Serpentinen und führte aus den Verhältnissen ihrer Mikrostructur den strengen Beweis, dass sie in der That Zersetzungsproducte des Olivin seien, dessen weite Verbreitung in verschiedenen Gesteinen, in denen er bis dahin übersehen worden war, zugleich von demselben Forscher in einer zweiten Abhandlung[3]) in überraschender Weise nachgewiesen wurde.

Schien so, nach der Erfahrung wenigstens, die Erzeugung des Serpentin in grösseren Massen, als Gestein, dem Olivin allein eigen zu sein, so vindicirte jenem Roth[4]) ausserdem vom Standpuncte des Chemikers aus die thonerdefreien Hornblenden und Augite als mögliche Muttermineralien, während er, wegen der Schwerbeweglichkeit der Thonerde in den Gesteinen, in Betreff der Bildung des thonerdefreien Serpentin alle thonerdehaltigen Mineralien a priori ausschliessen zu müssen glaubte. Ob sich dieses von Roth aufgestellte Gesetz in der Petrogenese besser bewahrheiten werde, als so manche andere Abstractionen der Chemie, blieb abzuwarten. Was den Serpentin speciell anbelangt, so konnte an ihm dasselbe schon deshalb bisher nicht geprüft werden, weil noch nicht durch mikroskopische Untersuchung constatirt war, dass überhaupt Serpentin als Gestein sich aus anderem Material, als dem Olivin, gebildet hat. Dagegen hat R. v. Drasche[5]) in jüngster Zeit nachgewiesen, dass gewisse, bisher für Serpentin gehaltene Gesteine mit diesem Nichts zu thun haben, und es steht zu erwarten, dass noch manche andere Vorkommnisse, deren Entstehung, da man sie für Serpentin hält, räthselhaft scheint, von diesem Gesteine zu trennen sein werden.

Die geschilderten Verhältnisse machten es wünschenswerth, grössere Reihen von Serpentinen zu untersuchen, um durch mikroskopische und chemische Prüfung die Lösung der noch offenen Fragen anzubahnen.

Von Herrn Prof. Rosenbusch auf die mannigfachen Vorkommnisse des Serpentins in den Vogesen aufmerksam gemacht, deren nähere Kenntniss neue Aufschlüsse über die angeregten Fragen zu geben versprach, unternahm es der Verfasser, jene Gesteine genauer zu studiren. Für die ihm bei dieser Untersuchung gewordene vielfache Unterstützung

---

[1]) Neues Jahrb. 1866 p. 385, 1867 p. 171.

[2]) Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wissensch. 56, 1867. „Ueber Serpentinbildung."

[3]) Sitzungsb. d. k. Akademie d. Wissensch. 1867. Beob. über d. Verbreitung des Olivin in den Felsarten.

[4]) Ueber den Serpentin. Berlin 1870.

[5]) Tschermak. Min. Mittheil. 1871. I.

spricht derselbe seinem genannten verehrten Lehrer, so wie den Herrn Prof. Benecke und Prof. Groth seinen Dank aus.

Die chemischen Analysen führte der Verfasser im Laboratorium des mineralogischen Institutes der Universität aus.

Die vogesischen Serpentine sind schon früh von den französischen Geognosten beachtet worden; so finden sich Notizen über dieselben in Hogard, système des Vosges und Puton, métamorphoses des roches des Vosges. Auch sind die Vorkommnisse meist auf den geologischen Karten des dép. des Vosges von de Billy und des dép. du Haut-Rhin von Köchlin-Schlumberger und Delbos angedeutet, endlich widmete ihnen Delesse[1]) in den Annales des mines eine ziemlich umfangreiche Monographie, in welcher er besonders die im dép. des Vosges gelegenen Vorkommnisse untersuchte und die accessorischen Mineralien in denselben kennen lehrte. Von letzteren sind dann einzelne auch durch andere Forscher untersucht worden; so der Bronzit des Bluttenberges, franz. Bressoir, von Damour.[2])

Serpentin findet sich in den Vogesen an drei Punkten, an jedem derselben grössere Gruppen mit vielen einzelnen Partien des Anstehenden bildend. Zwei dieser Gruppen, diejenigen, welche uns vornehmlich beschäftigen sollen, liegen auf deutscher Seite, beide im Oberelsass nahe der Landesgrenze. Die dritte dagegen befindet sich mehrere Meilen westlich, beginnt bei Gérardmer im Osten und erstreckt sich bis Remiremont im Südwesten und Jussarupt im Nordwesten. Sie nimmt bei weitem den grössten Flächeninhalt ein, scheint aber petrographisch sehr einförmig zu sein, worauf wir später zurückkommen werden.

Die beiden ersterwähnten Gruppen sind nun nach ihrem ganzen Vorkommen, ihrer Lagerung, wie ihrer Beschaffenheit, gänzlich von einander verschieden und müssen daher getrennt betrachtet werden. Es sind:

1. die Serpentine des Bluttenberges oder Bressoir, im Norden;
2. die Serpentine des Amarinerthales im Süden des Oberelsass.

Das nördliche Vorkommen: Die Serpentine des Bluttenberges.

An die Vogesengrauwacke, welche den südöstlichen Theil des Gebirges bildet und sich dort zu den höchsten Gipfeln desselben, wie dem Gebweiler Belchen, erhebt, grenzt auf den südlichen Abhängen des Münsterthales ein Granitmassiv, welches sich weit nach Norden erstreckt und sowohl die Wasserscheide des Gebirges bildet, auf welcher die Landesgrenze verläuft, wie auch den Ostabfall, in welchen im Ober-

[1]) Ann. d. m. 1850, XVIII, p. 309.
[2]) Descloizeaux, manuel, p. 45.

elsass ausser dem Münsterthale die Thäler der Weiss und der Leber eingeschnitten sind. Die beiden letzteren verlaufen jedoch nur in ihrem unteren Theile im Granit; dagegen liegen die Oberläufe derselben im Gneiss; denn dieselben befinden sich in einem grossen Längsthale, von hohen Granitrücken umgeben, während die Thalsohle und die, sanfter ansteigenden, unteren Theile des Gehänges von Gneiss gebildet werden. Dieser Gneiss, in steil aufgerichteten Schichten nach Nordosten streichend, bildet ein nach eben dieser Richtung sich erstreckendes, langes, schmales Gebiet, welches von dem westlich der Landesgrenze liegenden, grösseren Gneissterrain durch die bereits erwähnte Wasserscheide getrennt wird.

In diesem Gneisse nun, der an der Ostseite des gedachten Längsthales von dem Granitzuge des Bluttenberges abfällt, findet sich der Serpentin an mehreren Punkten, auf einem Gebiete von ungefähr einer halben Quadratmeile Ausdehnung. Auch hier, wie so oft in andern Gegenden, bildet er wegen seiner Widerstandsfähigkeit gegen die Atmosphärilien an einigen Stellen grosse Felsen mit grotesken Formen, eine im Uebrigen in diesem alten Gebirge seltene Erscheinung.

Der beschränkte Raum, auf welchen sich hier am Bluttenberge die Serpentine zusammendrängen, sollte nun vermuthen lassen, dass dieselben auch ihrer Entstehung und Beschaffenheit nach eng zusammengehören. Merkwürdiger Weise ist dies aber keineswegs der Fall, wie die Untersuchung ergab; vielmehr lassen sich drei gänzlich verschiedene Vorkommen mit Schärfe sondern; wir wollen dieselben als Serpentine 1. von Bonhomme, 2. von Starkenbach, 3. des Rauenthales, getrennt betrachten.

1. Serpentine von Bonhomme.

Das schon mehrfach erwähnte Längsthal wird durch einen vom Bluttenberge sich abzweigenden Gneisskamm in zwei Theile getheilt, einen kleineren südlichen, das Quellengebiet der Weiss, mit dem Marktflecken Bonhomme als Hauptort, — und einen grösseren nördlichen, das Leber- und parallel dazu das Rauenthal, die sich bei Eckkirch vereinigen, mit Markirch. Die Strasse von letzterem Orte nach Bonhomme überschreitet den Kamm am niedrigsten Punkte, beim Col du maréchal. Kurz vorher trifft man, von Markirch aus aufsteigend, noch im Leberthale, links an der Strasse durch den Bau derselben aufgeschlossen, Serpentin an, den Gneiss durchsetzend. Oben auf der Passhöhe steht er dann sowohl nach dem Leber-, wie nach dem Weissthale zu, in grossen Felsen an, immer zur linken Seite der Strasse, welche, sich nach Bonhomme hinunter senkend, ihn, indem sie Bögen nach links macht, noch zweimal aufdeckt; so kurz vor dem Dorfe Bonhomme. Alle diese Punkte des Anstehenden und zwischen ihnen noch mehrere andere, von der Strasse nicht getroffene, liegen in einer genau geraden Linie, wie man besonders gut erkennt, wenn man, das Anstehende kennend, die gegenüberliegende (westliche) Thalwand erklettert und nun das ganze Vorkommen mit einem Blicke überschaut. So lässt sich der Serpentin in einem bis 50 Meter breiten Bande etwa zwei Kilo-

meter weit verfolgen. Die Richtung seines Streichens fällt genau mit dem Streichen des Gneisses zusammen. Dies lässt sich dadurch gut feststellen, dass die Serpentinmasse durch eine besonders schwer verwitternde und daher riffartig über den Rasen hoch vorspringende Gneissschicht in zwei parallele Bänke getheilt ist, und diese Schicht genau in der Längsausdehnung des Serpentinanstehenden verläuft; der letztere lässt sich auf eine weite Strecke hin, zu beiden Seiten constatiren. Das Gneissriff documentirt sich als Schicht durch die Streichrichtung, wie durch die mit dem steilen Fallen des Gneisses — 85° nach Südost — übereinstimmenden ebenen Begrenzungsflächen hinlänglich. Der Gneiss ist hier ein hellrother, sehr feinkörniger und fester Granatgneiss (Leptynit), dessen Parallelstructur bei fast fehlendem Glimmerminerale durch die Vertheilung des Quarzes hervortritt. Er grenzt überall scharf gegen den Serpentin ab.

Der Serpentin ist im frischen Zustande im Allgemeinen von schwärzlichgrüner Farbe; er zeigt auf dem splitterigen und sehr rauhen Bruche ein ziemlich lebhaftes Glitzern unzähliger feiner Pünktchen, die sich aber unter der Loupe nicht weiter von dem dunkeln Grunde abheben. (Olivin.) Er ist zum Theil von vielen schwarzen Adern durchzogen, erscheint im Uebrigen homogen; in dünnen Splittern ist er heller grün und durchscheinend.

Er wird beim Glühen braun, löst sich grösstentheils in Salzsäure unter Abscheidung von Kieselsäure, und ergab bei der Analyse: (I. und II.)

	I.	II.	III.	IV.
SiO_2	41·13	41·1	43·48	42·86
MgO	41·88	42·8	43·48	57·14
CaO	Spur		.	.
MnO	„		.	.
NiO	„		.	.
FeO	2·77	6·37	.	.
Fe_2O_3	3·86		.	.
Al_2O_3	0·84	0·06	.	.
H_2O	10·88		13·04	.
Cr_2O_3, Na_2O, K_2O	Spur		.	.
	100·50		100·00	100·00

Die Controlbestimmungen unter II. hatte Herr Unger die Freundlichkeit auszuführen. Ferner ist unter Nummer III. die von der Formel $H_2Mg_3Si_2O_8 + aq$ geforderte Zusammensetzung eines normalen Serpentins zum Vergleiche daneben gestellt, ebenso unter IV. die Zusammensetzung des Olivins nach der Formel Mg_2SiO_4.

Der Eisengehalt zeigt, dass ein Theil desselben als Oxydul eine entsprechende Menge Magnesia vertritt; dieses hat natürlich bei dem grösseren Atomgewichte des Eisens ein Herabdrücken des SiO_2-Gehaltes zur Folge, wie ein solches in der That sich zeigt. Ferner ist der Wassergehalt für einen Serpentin zu gering, die Menge der Basen gegen die Kieselsäure zu bedeutend, denn die MgO und das FeO erfordern nach der Formel 42·59 Proc. SiO_2. Es liegt daher nahe, Olivinreste in dem Serpentine zu vermuthen, da diese im Stande sind,

diese Abweichungen zu erklären. IV.) In der That bestätigt die mikroskopische Untersuchung diese Vermuthung.

Im Schliffe von demselben Handstücke, welchem das Material zur Analyse entnommen war, — es war ein möglichst frisches Stück gewählt worden, — zeigt sich das Gestein als ein typischer Olivinserpentin mit noch ziemlich vielem frischen Olivin, welcher in der von Tschermak a. n. O. beschriebenen Weise von Serpentinadern durchzogen wird; dieselben verlaufen ganz unregelmässig, entsprechend der Zerklüftung des Olivins, wie man sie auch aus dem Lherzolith und anderen Vorkommnissen von Olivingesteinen kennt.

Da diese Adern die Durchschnitte von Hüllen um die einzelnen Olivinkerne sind, so erklärt es sich, dass das Gestein die Anwesenheit dieses Minerals makroskopisch nicht erkennen lässt. Die Olivinkörner sind im Schliffe wasserhell, vollkommen homogen und frisch, wie sich durch das einheitliche Polarisiren jedes einzelnen Kernes und die gleichmässigen lebhaften Interferenzfarben zeigt. Durch gleiche optische Orientirung geben sich auch noch die einzelnen Bruchstücke als Theile grösserer Krystallindividuen zu erkennen, die oft genug die Umrisse der Olivinkrystalle zeigen. An Einschlüssen ist der Olivin sehr arm; es zeigen sich nur bei sehr starken Vergrösserungen kleine, meist unregelmässig begrenzte Partikel, die braun durchsichtig sind; es ist vielleicht Picotit. Zirkel fand diesen in Olivinen der Basaltgesteine; auch scheint es ja ein steter Begleiter der olivinführenden Gesteine zu sein. Auch die Beobachtung von Zirkel, dass der Picotit im völlig zersetzten Olivin noch frisch und unversehrt war, fand ich für die in Rede stehenden Einschlüsse bestätigt: sie finden sich in den ganz serpentinisirten Theilen des Schliffes anscheinend unverändert. Ihr optisches Verhalten würde gleichfalls unserer Annahme nicht widersprechen. Der Picotit wird uns übrigens noch einmal begegnen.

Das Gestein ist nicht überall von der gleichen Beschaffenheit. An einigen Punkten, besonders über dem Leberthale, zeigt es eine dunkelbraunrothe Farbe und auf den Bruchflächen rundliche Erhabenheiten, auf Granat deutend, der aber im frischen Zustande selten ist. Auf den Klüften hat sich der Serpentin, wie schon Delesse beobachtete, als sogenannter edler Serpentin ausgeschieden, von hellgrüner bis dunkelblaugrüner Farbe, muscheligem Bruche und vollkommen homogenem Aussehen; da bei der Art der Bildung eine Verunreinigung durch das Muttermineral ausgeschlossen war, so schien eine Analyse erwünscht. Herr Schmidt hatte die Güte, dieselbe auszuführen und fand: I.

		I.	II.
SiO_2	=	39·96	39·96
MgO	=	37·41	37·41
CaO	=	0·26	
FeO	=	6·66	5·26
Al_2O_3	=	0·63	
Na_2O	=	0·72	
K_2O	=	0·24	
H_2O	=	16·85	11·99
		102·73	

Leider konnte wegen der geringen Menge Materials, die zur Verfügung stand, die Bestimmung der relativen Mengen von Oxyd und Oxydul nicht vorgenommen werden. Auch zeigt sich durch den hohen Wassergehalt als wahrscheinlich, dass andere wasserreichere Mineralien sich mit dem Serpentine ausgeschieden haben.

Die Zahlen unter II. geben an, wie gross die von der Serpentinformel geforderten Mengen von Eisenoxydul und Wasser sind, wenn man die Annahme macht, dass sämmtliche Kieselsäure und sämmtliche Magnesia in der Verbindung sich befinden. Die Differenz des geforderten von dem gefundenen Wassergehalte beträgt also fast fünf Procent. Eine Prüfung mittelst des Mikroskops ergab über die Natur der Beimengungen keinen Aufschluss, da sich nur ein äusserst feines und ungeregeltes Aggregat zeigte, in welchem individualisirte Mineralien nicht hervortreten.

Ausser diesen Klüften mit edlem Serpentine fanden sich selten makroskopische Chrysotilschnüre, und stets nur von winzigen Dimensionen, im Schliffe bieten sie sich dagegen oft genug dar.

An einigen Punkten ist die Serpentinisirung weiter fortgeschritten; das Gestein hat seinen Glanz verloren, ist specifisch leichter geworden, — die Bestimmung ergab 2·609 gegen 2·713, das specifische Gewicht des frischesten Gesteins, — und zeigt eine mehr violette Farbe, ist auch viel weicher. Im Schliffe zeigen sich dann die Olivinkerne in meist parallelfaserige Aggregate, Chrysotil, verwandelt. Die Maschenstructur tritt dadurch bei gekreuzten Nicols in Folge der Aggregatpolarisation sehr deutlich hervor; bei gewöhnlichem Lichte dagegen ist sie oft nur durch das beim Anfange der Serpentinisirung ausgeschiedene opake Mineral, welches man wohl als Magneteisen gedeutet hat, erkennbar. Ob die letztere Bestimmung in allen Fällen, auch wo man, wie im vorliegenden, keinerlei Krystallformen sieht, richtig ist, dürfte, wie Rosenbusch[1]) andeutet, zweifelhaft sein. Man könnte hier vielleicht an eine wasserhaltige Eisenoxydverbindung denken, zumal an gewissen Stellen, wo dieses Mineral sehr fein, fast dilut, vertheilt ist, dasselbe braunröthlich durchscheinend wird. Auch die Prüfung mit dem Magnetstabe führte zu keinem Resultate, da derselbe Nichts aus dem gepulverten Gesteine auszog.

Schon Tschermak[2]) hat eine maschenförmige Anordnung dieses Erzes im Serpentine beobachtet und zum Theil darauf seine drei Stadien der Serpentinbildung basirt, in deren erstem allein die Ausscheidung von Erz vor sich geht. Eine Hauptbedingung scheint nun dabei eine gewisse Grösse der Klüfte zu sein, welche den oxydirenden Reagentien den Zutritt verschaffte, wenigstens findet man an den das Gestein durchsetzenden, also im Verhältniss besonders grossen Spalten das Erz in verhältnissmässig weit bedeutenderer Menge ausgeschieden und sich hier nicht an das erste Stadium haltend, sondern die ganzen Maschen des Serpentingeflechtes erfüllend.

Von accessorischen Mineralien finden sich im Schliffe unregelmässig begrenzte, gelbbraun bis roth durchsichtige Durchschnitte,

---

[1]) Mikr. Physiographie, p. 157.
[2]) Ueber Serpentinbildung, p. 7.

welche sich als regulär erweisen und daher auf Picotit oder Granat deuten, denn diese beiden Mineralien pflegen in Olivingesteinen und im Serpentin vorzukommen. In der That scheinen beide vorhanden zu sein. Leider ist ihr Vorkommen in unserem Gesteine so spärlich, und die Dimensionen, in welchen sie auftreten, so winzig, dass eine chemische Prüfung nicht möglich war. Indess sprechen doch mehrere Umstände für das Vorkommen beider.

Was nun zunächst den Granat betrifft, so ist sein Vorhandensein unzweifelhaft. Derselbe findet sich im nordöstlichen Theile des Serpentinvorkommens auf der Höhe des Col du Maréchal. Die Verwitterungsflächen zeigen hier oft eine Menge von warzenartigen, bis erbsengrossen Erhabenheiten, wie sie bei andern Serpentinvorkommen, z. B. von Zöblitz, den Granat verrathen, auch der Bruch des Gesteines deutet, wie schon erwähnt, auf dieses Mineral hin. Indessen zeigt sich makroskopisch keine Granatsubstanz, vielmehr bietet sich auch im Innern der Warzen die dunkle Farbe des Serpentin dar. Frisch trifft man den ersteren selten, und dann nur auf Klüften ausgeschieden, also als Neubildung an, von ausgeschiedenem Serpentin umgeben. Im Schliffe dieses Gesteines zeigt sich, dass in scharf vom Serpentin abgegrenzten rundlichen Stellen, welche die Durchschnitte jener Warzen darstellen, nur geringe Trümmer rothbrauner Durchschnitte vorhanden sind, während der übrige Raum dieser rundlichen Felder theils von grösseren Hornblendeindividuen, durch Spaltungsrichtungen und Dichroismus kenntlich, theils von stengeligen, von den Granattrümmern in der Mitte ausstrahlenden Aggregaten eines farblosen bis bräunlichen Minerals erfüllt wird. Dieses letztere möchte ich wegen seines Vorkommens auch zur Hornblende rechnen. Jedenfalls spricht hier die ganze Lage der drei, resp. zwei Mineralien zu einander für eine Umbildung des Granates in Hornblende. Eine Association des Granates und der Hornblende ist ja oft beobachtet worden. Eine genauere Beschreibung eines solchen Falles gab R. v. Drasche[1]) bei der Untersuchung gewisser Eklogite, in denen anscheinend unversehrte Granatkrystalle von grossen Hornblendekrystallen umwachsen waren, also in irgend einer Weise die Bildung jener beeinflusst zu haben scheinen, ohne selbst Material zu derselben geliefert zu haben. In unserem Serpentin nimmt aber die Hornblende den Platz des Granat ein, ist also in dem sonst thonerdefreien Gesteine wohl Umwandlungsproduct aus jenem. Einen unter ganz ähnlichen Verhältnissen vorkommenden, aber noch frischen Granat von Narouel untersuchte Delesse[2]) und fand darin u. A. 20% Al_2O_3, 22% MgO, 10% Fe_2O_3 und 4% CaO, ein Verhältniss, welches sich hinreichend demjenigen gewisser Hornblenden nähert, um eine solche Umwandlung als wahrscheinlich erscheinen zu lassen. Sicher ist, dass der Granat zum Theil zerstört wurde, und wahrscheinlich, dass die Thonerde, ihrer Schwerlöslichkeit wegen, zur Bildung einer neuen Verbindung an Ort und Stelle Veranlassung gab.

Eine Veränderung etwas anderer Art hat der oben erwähnte, auf Klüften ausgeschiedene Granat zum Theil erfahren, derjenigen ähnlich,

---

[1]) Tschermak, Min. Mitth. 1871, II., p. 87.
[2]) Ann. des mines, XVIII, 1850.

welche Delesse[1]) von Pertuis genau beschrieben hat: nämlich in ein chloritisches Mineral, welches mit hellgrüner Kruste den frischen Granatkern umgiebt.

Nach dem Dorfe Bonhomme zu wird der Granat im Serpentin seltener und scheint selbst ganz zu verschwinden. Dagegen zeigt der Schliff hier jene andern Durchschnitte, welche mir Picotit zu sein scheinen. Einmal nämlich treten die beschriebenen Umwandlungserscheinungen an demselben nicht auf, andererseits findet sich auf den Klüften des Picotit, wie auch um ihn her opake Substanz in grosser Masse ausgeschieden, was auf die Zersetzung eines sehr eisenreichen Minerals, wie es der Picotit ist, deutet.

Ferner ist der Picotit, abgesehen von dieser Erscheinung, übrigens selbst im ganz zersetzten Serpentine noch vollkommen frisch, selbst da, wo letzterer vollständig gebleicht und alles Erz aus ihm entführt ist, Granat also der Wahrscheinlichkeit nach gleichfalls von der allgemeinen Zersetzung ergriffen worden wäre.[2])

Ueberhaupt trägt das Gestein, besonders nach dem Dorfe Bonhomme zu, den Charakter eines Olivinserpentins; neben dem Picotit finden sich accessorisch nur noch wenige Blättchen eines Hornblendeminerals; in gleicher Weise enthält z. B. der Olivinfels von Karlstetten nach Tschermak nur wenig Picotit und Smaragdit neben dem Olivin. Noch grössere Analogie zeigt der Bonhommer Serpentin mit dem Vorkommen von Gurhof[3]) wo ebenfalls der typische Olivinfels von gleicher Zusammensetzung in granatreichen Olivinfels übergeht, dessen Granat eine ganz ähnliche Umwandlung erfahren zu haben scheint, wie der oben geschilderte der Vogesen. Das eine Extrem der Ausbildung des bei Gurhof beobachteten Vorkommens, nämlich Eklogit, durch völliges Zurücktreten des Olivin und durch Ueberhandnehmen des Granat und Smaragdit auf Kosten jenes Minerals gebildet, welches Gestein die Analogie, wenn es sich fände, vollkommen machen würde, scheint allerdings in den Vogesen zu fehlen.

Was nun die Lagerungsverhältnisse des Serpentins von Bonhomme betrifft, so geht aus der Schilderung hervor, dass derselbe dem Gneisse welcher in seiner Nähe ziemlich senkrecht einfällt, concordant eingelagert erscheint, daher ist das Vorkommen als ein Lagergang oder Lager zu bezeichnen.

Ein ganz dem beschriebenen in petrographischer Hinsicht ähnliches Vorkommen von granatreichem Serpentine findet sich ausserhalb der allgemeinen Streichrichtung, bei Heycot-Ferme. Ferner schliessen sich demselben alle oder fast alle diejenigen Serpentine an, welche ich aus der westlichen Gruppe nach Handstücken zu untersuchen Gelegenheit hatte; nämlich die Serpentine von Cleurie, Chandray, Narouel und St. Etienne. Alle diese sind Olivinserpentine. Sie führen auch Granat, der oft noch sehr frisch ist, aber auch ganz zersetzt in ihnen vorkommt

---

[1]) Annales des mines, XVIII., 1850.

[2]) Allerdings ist der Granat von einigen Orten als sehr widerstandsfähig bekannt: so die Meronitzer Pyrope, um welche herum nach Doelter (Min. Mitth. I., 1873) oft der Serpentin ganz durch Kieselsäure ersetzt ist, ohne dass jene verändert wären. Dies ist jedoch sicher auf locale Einflüsse zurückzuführen.

[3]) Tschermak, Verbreitung des Olivin p. 18.

und sich dann in äusserst feinfaserige Aggregate umgewandelt zeigt, deren einzelne Fasern zu sehr zierlichen fiederförmigen Büscheln angeordnet sind, welche vom Mittelpunkte ausstrahlen. Die Farbe dieser Pseudomorphosen ist ein schmutziges Violett. Ihre ausserordentliche Feinheit verhinderte jegliche optische Untersuchung.

2. Serpentine von Starkenbach.

Oestlich von dem beschriebenen Vorkommen, etwa zwei Kilometer entfernt, und vom Steilabfalle des Bluttenberges nur durch ein kleines Thal getrennt, steht auf dem südlichen Abhange des Querkammes zwischen Weiss- und Leberthal, über dem Dorfe Starkenbach (Faurupt) ein Serpentingestein an, welches von dem ersteren wesentlich verschieden ist.

Das Gestein erscheint hier mattschwarz und enthält eine Menge von Krystallen eines sehr leicht nach einer Richtung theilbaren, braungelben Minerales, zum Theil mit Messingglanze. Dasselbe zeigt theils gerundete, theils deutlich sechsseitige Umrisse und erweist sich als ein Glied der rhombischen Pyroxengruppe, der Enstatitreihe. Wir besitzen von demselben eine Analyse durch Damour, der die Localität in folgender Weise schildert: Il se trouve en rognons engagés dans une serpentine brune à la base occidentale du mont Brésouars sur l'arête qui sépare le Bonhomme de la vallée de Liepvre (Descloizeaux manuel, pag. 45).

Nach seiner Analyse enthält der Broncit — denn als ein solcher ist das Mineral wegen seines Eisengehaltes von 7·7% zu bezeichnen —

SiO_2	= 56·60	Proc.
MgO	= 33·63	„
FeO	= 7·72	„
Al_2O_3	= 0·60	„
H_2O	= 1·04	„
	99·59	Proc.

Die durch den Gehalt an Mg O Fe O nach der Formel (Mg, Fe) $Si O_3$ geforderte Kieselsäure beträgt 56·88%. Unter der Voraussetzung, dass alles Eisen als Oxydul in der Verbindung ist, stimmt also das Ergebniss der Analyse genau mit der Formel überein.

Ein Schliff aus einem möglichst grossen und homogenen Individuum, senkrecht zur Verticalaxe geführt, diente zum Messen des Winkels der optischen Axen, welcher sich in Oel zu 92° 28′ als Mittel vieler Ablesungen ergab, die innerhalb eines Grades schwankten. Leider misslang die Anfertigung von tauglichen Durchschnitten senkrecht zu der optischen Axenebene und parallel der Verticalaxe, also nach dem Makropinakoid in der Bezeichnung von Rosenbusch, der Fläche (010) bei Tschermak, da gewisse noch zu besprechende störende Veränderungen einzelner Partien der Krystalle gerade in dieser Richtung ihren Einfluss ausüben. Daher ergaben sich keine direkten Zahlen zur Einreihung unseres Bronzites in die Reihe, welche Tschermak nach dem Winkel der optischen Axen geordnet hat; denn daselbst sind die negativen Axenwinkel benutzt, in der Fläche 010 gemessen. Rechnet man nach den von Decloizeaux gegebenen Daten den hier gefundenen Axen-

winkel um, so ergibt sich für den scheinbaren Winkel in Luft circa 78°; also für den Supplementswinkel 102° und für den negativen Axenwinkel in Oel circa 122°.

Demnach wäre der Broncit von Starkenbach zwischen dem

	Winkel in Oel	Fe O-Gehalt
Bronzit von Leiperville mit	123° 38′	5·77 Proc.
und dem Bronzit von Ujadersoat	114° 14′	11·14 „

einzureihen, und zeigt mit dem Gesetze, dass der Eisengehalt mit der Zunahme des optischen Axenwinkels wächst, eine genügende Uebereinstimmung, zumal in Anbetracht der Schwankungen, welchen das Verhältniss zwischen den beiden Vergleichsdaten auch in den anderen Gliedern jener Reihe bei Tschermak unterworfen ist. Wohl mit Recht hebt derselbe hervor, dass der Grad der Zersetzung eine ziemliche Abweichung darin hervorbringe. Auch für unseren Bronzit ist dies sicher der Grund der nicht genauen Uebereinstimmung.

Im Schliffe zeigt derselbe die auch von andern Fundorten bekannten Eigenschaften: die oft geschilderte treppenförmig rauhe Oberfläche bei Schnitten mehr oder weniger schief zur Verticalaxe; vor Allem aber eine feine Streifung parallel dieser Axe; ferner durch Sprünge angedeutete Spaltbarkeit nach dem Augitprisma und ebenso nach den Pinakoiden, wenn auch nach dem Makropinakoid seltener und weniger deutlich. Alle diese Spaltungsrichtungen sind auch makroskopisch als solche wahrnehmbar. Die Streifung giebt sich bei starken Vergrösserungen als durch sehr feine farblose Nadeln oder Röhren gebildet zu erkennen, welche fast immer in bestimmten Ebenen parallel nebeneinander gelagert sind, die wiederum einander und der Verticalaxe parallel den Krystall durchsetzen und nach ihrer Lage zu den Auslöschungsrichtungen und zu der prismatischen Spaltbarkeit derjenigen Absonderungsrichtung entsprechen, welche wir oben als Brachypinakoid bezeichnet haben. Tschermak[1]) hebt hervor, dass in dieser Richtung eine eigentliche Spaltbarkeit wohl nicht zu bemerken sei, sondern die leichte Absonderung wahrscheinlich durch die massenhaften Einlagerungen von dünnen Blättchen parallel (100) bewirkt werde, die er regelmässig bei den Bronziten, wie bei den Hypersthenen beobachtete. Auch Rosenbusch[2]) deutet an, dass die verschiedenen Angaben über die pinakoidale Spaltbarkeit wohl durch mehr oder weniger massenhaftes Auftreten von Interpositionen hervorgerufen worden seien.

Bei dem vorliegenden Bronzit ist nun die Spaltbarkeit durch die scharfen in Richtung des Brachypinakoids hindurchsetzenden Sprünge vollkommen gut angezeigt. Auch scheinen im Allgemeinen keine eigentlichen Interpositionen vorhanden zu sein; wenigstens sind die sehr langen feinen geradlinigen Gestalten, welche, wie schon gesagt, in Ebenen parallel dem Brachypinakoid gelagert sind und oft sehr regelmässig in annähernd gleichen Zwischenräumen zu je 4 bis 6 Ebenen, zwischen je zwei ihnen parallelen Spalten angeordnet sind, meist ganz farblos, wie der Wirth, ferner sieht man bei Krystallindividuen, welche durch den Schliff nahezu senkrecht zu der Verticalaxe getroffen wurden,

[1]) Mineral. Mitth. I., 1871.
[2]) Mikroskopische Physiographie p. 254.

bei denen also auch diese Interpositionen nahe senkrecht stehen, mittelst starker Vergrösserungen und besonders beim Aendern der Focaldistanz durch Auf- und Niederschrauben, dass die Interpositionen cylindrisch sind und oben kreisförmige Querschnitte haben. Nimmt man dazu, dass ihre Begrenzung sehr scharf ist, so liegt der Gedanke nahe, dass es hohle Röhren seien, um so mehr, als dadurch dann auch eine andere eigenthümliche Erscheinung ihre Erklärung findet.

Es erscheinen nämlich an den das Gestein durchsetzenden Sprüngen und wiederausgefüllten Klüften, auf denen sich ein opakes Mineral, vielleicht Magneteisen, ausgeschieden hat, in den auf die Spalte mündenden Röhrensystemen die einzelnen Röhren auf gewisse Entfernung hin von jenem Minerale in unregelmässiger Weise erfüllt, als hätte sich dasselbe von den Klüften aus in ihnen abgesetzt. Eine ähnliche Erscheinung beobachtete Hagge[1]) beim Bastit, resp. Bronzit des Harzburger Schillerfels. Oft lässt sich beobachten, dass die Röhren nur zum Theil und in einzelnen getrennten Partien von dem Erze erfüllt sind; dadurch gewinnen sie den Anschein von Reihen einzelner Körner, zwischen denen aber die verbindende Streifung zu sehen ist. Diese feinen Röhren kommen nun am gewöhnlichsten in dem Brachypinakoid parallelen Ebenen vor; sie finden sich aber auch in solchen, welche, wie es scheint, zum Prisma gehören. Auch dann behalten sie der Verticalaxe parallele Lage bei.

Daher zeigt die Streifung stets eine Hauptschwingungsrichtung des Krystalles an, und es tritt Dunkelheit ein, wenn bei gekreuzten Nicols die Streifen einem Nicolhauptschnitte parallel liegen. Die Dispersion der optischen Axen war eine so geringe, dass bei der schlechten Beschaffenheit des Materials die Natur derselben nicht festgestellt werden konnte. Die Bestimmung des Axenwinkels geschah mittelst einer Natronflamme. Neben dem Bronzit zeigt sich, meist nur spärlich, in einigen Schliffen aber auch in grösserer Menge, bis ungefähr ein Viertel des Raumes einnehmend, Olivin. Derselbe ist, je nach dem Zustande des Gesteins, zum Theil sehr frisch, zum Theil in verschiedenen Stadien der Zersetzung begriffen, mit den bekannten Erzschnüren auf der ersten Zersetzungszone, während dieselben beim Bronzit gänzlich fehlen. Dann tritt sparsam der Picotit auf, ebenfalls von Erz umgeben, und etwas Hornblende (Smaragdit?) in winzigen Blättchen.

Zwischen allen diesen Mineralien zieht sich nun der Serpentin hin, in manchen Fällen nur sehr spärlich in dünnen Adern, den Olivin und Bronzit umrahmend — das Gestein ist dann als Bronzitolivinfels zu bezeichnen — in andern Schliffen dagegen mehr und mehr überhand nehmend und den Bronzit, wie den Olivin, ersetzend, und zwar in einer Weise, dass über die Umwandlung beider in ihn kein Zweifel obwalten kann.

Auch in den Bronzit dringt er oft auf Spalten ein, wie in den Olivin. Zugleich aber scheint die Serpentinisirung oft die ganzen Krystalle an allen Theilen zugleich anzugreifen, auf allen Punkten im Innern gleichzeitig zu beginnen, während sie von Aussen nach Innen vorrückt, so dass oft grosse Krystallindividuen gänzlich zu einer grünen Masse

[1]) Mikroskopische Untersuchung über Gabbros. 1871, p. 27.

umgewandelt sind mit noch erhaltener feiner Streifung und ohne die Zonen des Olivin, die Spuren einer schrittweisen Umwandlung zu zeigen. Diese Pseudomorphosen sehen dann dem Bastit von Todtmoos sehr ähnlich, zeigen auch die rhombische Natur noch, im Uebrigen aber bei gekreuzten Nicols das bunte Farbengemisch der Aggregatpolarisation. Es scheint demnach, dass hier, wie Tschermak[1]) die gleiche Erscheinung bei dem aus Protobastit entstandenen Bastit erklärt, sich zwischen dem Zersetzungsproducte noch Bronzitsubstanz in hinreichender Menge und Vertheilung befindet, um der Masse den Anschein eines optisch individualisirten Körpers zu verleihen, während das secundäre Product sich als sehr schwach doppeltbrechend (aber keineswegs als amorph) verhält. Die oben beschriebene Röhrenstructur gewährt ohne Zweifel die Möglichkeit und damit die Erklärung einer derartigen viele Theile im Innern des Krystalles zugleich angreifenden Umwandlung. In der That zeigt sich oft bei Individuen, welche annähernd der Basis parallele Durchschnitte darbieten, und in denen daher die Röhrensysteme, stark verkürzt erscheinend, zwischen sich einen grösseren Raum compacter Krystallmasse lassen, diese letztere noch frisch und homogen, während die jenen ersteren benachbarte Substanz bereits durch Farbenspiel und Hellbleiben zwischen gekreuzten Nicols und bei Parallelstellung, zeigt, dass hier die Zersetzung bereits ihren Anfang genommen hat. Diese selben Krystalle würden darnach sicher, nach dem Pinakoid getroffen, die oben beschriebene Structur zeigen, da sich dann Schichten frischer und umgewandelter Substanz decken. Noch eine Erscheinung will ich anführen, die ebenfalls damit in Einklang steht. Bei Dunkelstellung anscheinend homogener Krystalle sieht man oft scharfe helle Linien parallel der Streifung: es sind die von der Zersetzung bereits ergriffenen Umgebungen einzelner Röhren; da dieselben Linien niemals dunkel werden, so ist es nicht wahrscheinlich, dass sie durch Krystallnadeln oder ähnliche Einlagerungen bewirkt werden.

Wie es scheint, giebt der Bronzit zu Bildung von Erz trotz seines hohen Eisengehaltes nicht Veranlassung; denn während der Olivin, wie erwähnt, die Erzschnüre regelmässig zeigt, sind im selben Schliffe die Bronzitindividuen gänzlich frei davon. Wo dagegen dasselbe sich auf Klüften ausgeschieden hat und in der bereits besprochenen Weise in die Hohlräume der Bronzite eingedrungen ist, findet es sich auch noch nach der vollständigen Serpentinisirung in genau derselben Lage vor und giebt den betreffenden Stellen des Schliffes ein sehr regelmässig dunkel schraffirtes Ansehen, dessen Entstehung ohne die angeführten Beobachtungen räthselhaft wäre. Der Picotit ist auch hier von Erz in grosser Menge umgeben. Er zeigt denselben Habitus, wie bei Bonhomme und oft Einschlüsse von regelmässig sechs- und vierseitigem Umrisse, die bei der intensiv rothbraunen Färbung des Wirthes ohne wahrnehmbare Eigenfarbe sind. Da dies auch hinsichtlich der grössten der Fall ist, ihre Umrisse sehr dunkel, und sie selbst, je kleiner, desto dunkler sind, so dürften es Hohlräume, negative Krystalle, sein, womit sich die Formen wohl vereinigen lassen.

---

[1]) Tschermak's Mineralogische Mittheilungen, 1871, Heft 1, p. 21.

Man bemerkt nun noch zuweilen kleine unregelmässige Durchschnitte mit scharfer, ziemlich gleichmässiger und dichter Streifung, welche bei gekreuzten Nicols Dunkelheit zeigen, wenn die Streifen etwa 45° mit den Nicolhauptschnitten machen; dies deutet auf ein monoklines Mineral hin, auf Diallag, welcher ja in dieser Vergesellschaftung keine ungewöhnliche Erscheinung mehr ist. Derselbe findet sich unter Anderm zusammen mit Bastit und Olivin auch im Todtmooser Serpentin; mit Bronzit und Olivin in gewissen Forellensteinen.

Schliffe von gänzlich umgewandeltem Gesteine zeigen nun eine den obigen Beobachtungen entsprechende Structur: einzelne Partien, durch Chrysotil unregelmässig gegittert und ein Netz von Erz enthaltend, lassen auf ihre Entstehung aus Olivin schliessen; andere Theile, den grössten Raum im Schliffe einnehmend, bilden ein regelloses Durcheinander parallelfaseriger Aggregate, von amorph scheinenden, also sehr schwach doppeltbrechenden Partien durchsetzt: der Rest des Bronzit. Irgend welchen andern Unterschied von dem Umwandlungsproducte des Olivins, aus welchem man auf zweierlei Substanzen schliessen müsste, zeigt dieser Rest aber nicht; Serpentin ist hier das Endproduct beider in so verschiedenen Verhältnissen zusammengesetzten Mineralien.

Der Serpentin von Starkenbach erscheint demnach entstanden aus einem Gesteine, welches hauptsächlich aus Bronzit und in geringerer Menge Olivin zusammengesetzt war und sich noch daselbst findet, mit Picotit, Hornblende und Diallag als accessorischen Mineralien, welches sich demnach an gewisse Forellensteine, bis auf den fehlenden Anorthit, anschliesst. Hagge a. a. O. schildert Harzburger Gesteine, die damit Uebereinstimmung zeigen. Der Zusammensetzung nach scheint ihm auch der von Drasche [1]) beschriebene Bronzitfels von Heiligenblut und Matrey nahe zu stehen. Derselbe scheint aber allerdings ganz anders ausgebildet zu sein, so dass er im Schliffe einen andern Anblick darbietet.

Jedenfalls werden sich unter den Serpentinen anderer Fundorte ähnlich ausgebildete Gesteine finden. So scheinen gewisse Serpentine von Todtmoos aus Bronzitfels entstanden zu sein.

Das Starkenbacher Vorkommen, local ganz beschränkt, liegt im Gneiss, wie der Serpentin von Bonhomme. Da aber der letztere zum grössten Theile aus Olivin, einem Singulosilikat, ersterer dagegen aus einem Bisilikat entstanden ist, so ist ein genetischer Zusammenhang der primären Gesteine, etwa ein gleicher Heerd der Eruption, nicht wahrscheinlich, trotz der geringen Entfernung beider.

---

[1]) Tschermak. Mineralogische Mittheilungen, I., 1871.

3. Der Serpentin des Rauenthals.

Im Rauenthale, welches sich nach Nordosten öffnet und sich um das Granitmassiv des Bluttenberges auf der Nordwestseite desselben herumzieht, reicht der Gneiss an der rechten Thalwand bis etwa zu zwei Dritteln der Höhe hinauf, ein sanftes Gehänge bildend; bedeutend steiler erhebt sich von da an der Granit. Das Streichen des Gneisses fällt ungefähr mit der Richtung des Thales zusammen; sein Fallen vom Granit ab, also nach Norstwesten, beträgt etwa 30 bis 50°. An der Grenze von Gneiss und Granit, in ungefähr gleichbleibender Höhe an der Thalwand hinstreichend, findet sich in einem Seitenthälchen über dem Dorfe Fanoux Serpentin anstehend. Seine Spuren finden sich am Bache entlang als Blöcke weithin zerstreut und führen von unten herauf sicher zum Anstehenden. Die geologische Karte des Haut-Rhin von Köchlin-Schlumberger gibt als Serpentingebiet ziemlich genau das Verbreitungsgebiet der Blöcke an, während nur die südöstliche Grenze des dort eingezeichneten Gebiets das Anstehende trifft. Die grösste Breite des Serpentinanstehenden ist ungefähr 30 Schritte, während die Längenausdehnung an 500 Schritte beträgt.

Der Gneiss zeigt auch hier zum Theile jene schon beschriebene leptynitartige Ausbildung, besonders unten im Thale. Mit den so ausgebildeten Lagen wechseln dann aber andere, in denen theils Glimmer, theils Hornblende auftritt; diese letztere gewinnt nach und nach die Oberhand und führt so das Gestein durch Amphibolgneiss in reinen Hornblendefels über, der aber die Schichtung des Gneisses beibehält. Dieser Amphibolit, meistens schwärzlich wie die Hornblende im Gneisse selbst, nimmt in der Nähe des Serpentins ein anderes Aussehen an: er zeigt sich von hellerer Farbe, schön grün, die einzelnen Individuen blätterig und halbmetallisch glänzend. In diesem Gesteine finden sich nun kleinere und grössere Fetzen von Serpentin ein, die mattschwarz und gegen die Hornblende undeutlich abgegrenzt sind. In wieder andern Stücken gewinnen dieselben die Oberhand und so bieten sich alle möglichen Uebergangsstadien zu dem vollkommen reinen Serpentin dar. Der Serpentin unterscheidet sich in seinem Aeusseren in wesentlichen Punkten von den bereits beschriebenen: er zeigt nämlich deutlich eine stengelig plattige Absonderung, grosse Weichheit, und ist ganz durchschwärmt von winzigen, matt silberglänzenden Blättchen oder Schüppchen ohne deutliche Umrisse. Dieselben sind gleichfalls sehr weich und theils parallel angeordnet und zu grösseren Schichten gruppirt, so dass sie dem Gesteine ein geschichtetes Aussehen verleihen, theils durchdringen sie auch ganz regellos die Masse. Die mikroskopische Untersuchung hatte nun festzustellen, ob hier eine Umbildung des Amphibolit in Serpentin vorliegt oder ob ein Gemengtheil des Amphibolit die Bildung des Serpentins veranlasst habe.

Im Schliffe bietet der letztere ebenfalls einen von dem gewohnten gänzlich abweichenden Anblick dar. Bei gewöhnlichem Lichte zeigt er sich als eine fast homogene, hellgrüne, von Erzschnüren gänzlich freie Masse, in welcher sich schmale, wasserhelle, längliche Durchschnitte, ferner dergleichen grössere, rundliche Partien befinden, beide stets mit

opaker Masse, besonders an den Rändern, aber auch in der Mitte, bedeckt. Dieses Erz findet sich in der grünen Masse nicht in regelmässiger Anordnung, sondern zu grösseren Mengen angehäuft und andere Stellen frei lassend.

Andere parallelbegrenzte, gleichfalls wasserhelle Durchschnitte sind frei von Erz und zeigen eine Structur, welche wohl am besten durch den Vergleich mit einem Fenster bezeichnet wird: sie sind nämlich nach zwei aufeinander senkrechten Richtungen von jener grünen Masse, dem Serpentin, in schmalen, gerade verlaufenden Streifen durchdrungen. Die Streifen der einen dieser Richtungen sind einander sehr genähert, laufen der Längsrichtung der Durchschnitte parallel und setzen durch den ganzen Krystall hindurch. Die andern dagegen, unregelmässiger, verbinden meist nur je zwei von jenen. Es wird dadurch ein Bild geschaffen, welches äusserst charakteristisch ist, zumal es sich stets in gleicher Weise wiederholt. (Fig. 1.)

Fig. 1.

Fig. 2.

Im polarisirten Licht bei gekreuzten Nicols zeigt sich dieselbe gitter- und fensterförmige Structur über das ganze Gesichtsfeld verbreitet, (Fig. 2) und zwar durch helle Streifen, die aus dunklem Grunde hervorleuchten. Wir sehen jetzt, dass wir es mit einem Serpentin zu thun haben; die Gitter werden durch Chrysotiladern gebildet, welche sich wegen der parallelen Lagerung der einzelnen Fasern wie Durchschnitte von Krystallindividuen verhalten. Sie umrahmen andere, wenig Licht durchlassende, also durch unregelmässige Anordnung feiner Aggregate schwach doppeltbrechende Massen, wie dasselbe bei den serpentinisirten Olivinkernen der Fall ist. Die wasserhellen Durchschnitte erweisen sich als zweierlei Natur: die langen Leistchen und breiten Flächen mit ausgeschiedenem Erze gehören Einem Mineral an, nämlich jenen makroskopisch sichtbaren, hellen, glänzenden Blättchen. Da die ersteren dieser Durchschnitte bei Stellung parallel einem der Nicolhauptschnitte dunkel werden, die anderen bei gekreuzten Nicols stets dunkel bleiben, so ist das Mineral einaxig. Dies zusammen mit den bereits erwähnten Eigenschaften deutet auf Chlorit.

Um die Richtigkeit der Bestimmung chemisch zu prüfen, wurde eine Partialanalyse versucht, indem das gebeutelte Pulver mehrere Tage lang der Einwirkung einer sehr verdünnten Salzsäure ausgesetzt wurde. Von 3·678 Gramm der Substanz ergab sich ein Rückstand von 0·2599 Gramm (also ungefähr $^1/_{15}$ der angewendeten Menge), der durch sein glänzendes Aussehen vermuthen liess, dass er aus jenen hellen Blättchen, wenn nicht ganz, so doch zum grössten Theile bestehe. Auch eine Schätzung nach der makroskopischen und mikroskopischen Betrachtung würde einen ähnlichen Gehalt des Gesteins an jenem blätterigen Mineral ergeben. Lösung wie Rückstand wurden für sich analysirt und ergaben in der That eine wesentlich verschiedene Zusammensetzung.

Die Analyse ergab:

	I. Lösung.	II. Rückstand.
SiO_2	37.706	31.098
MgO	36.602	26.714
CaO	1.677	5.470
NiO	Sp.	Sp.
Fe_2O_3	10.428	8.847
Al_2O_3	0.201	12.701
Differenz	10.386	15.170
	100.000	100.000

Zur Vergleichung sei das Ergebniss der Bauschanalyse hinzugefügt:

SiO_2	36.944
MgO	36.022
CaO	1.393
FeO	3.956
Fe_2O_3	6.868
Al_2O_3	1.353
H_2O	13.089
	99.625

Dieses Ergebniss gestattet, bei der Partialanalyse die Differenzen lediglich als Wassergehalt in Anschlag zu bringen. Bedenkt man, dass der Rückstand etwa $^1/_{15}$ der gesammten Quantität beträgt, so sieht man, dass beide Serpentinanalysen genügend übereinstimmen. Ferner ergibt sich bei Vergleichung mit anderen Chloritanalysen eine genügende Uebereinstimmung für die Zusammensetzung des Rückstandes (II), um die Bestimmung als Chlorit als sicher zu betrachten. Dagegen erscheint eine genaue Berechnung der Formel wegen der immerhin unvollkommenen Trennungsmethode, sowie wegen des Mangels einer Eisenoxydulbestimmung zwecklos.

Da beim Glühen in Kaliglas die anwendbare Hitze nicht ausreicht, um das Wasser ganz aus dem Serpentine zu treiben, so wurde der Glühverlust bestimmt, das zur Oxydation des Eisenoxyduls nöthige Quantum Sauerstoff mit in Rechnung gebracht und so der wegen jener Oxydation zu klein gefundene Wassergehalt corrigirt.

Man sieht, dass die Thonerde des Gesteines zum grössten Theile, wenn nicht ganz, dem chloritischen Minerale angehört. Mit dem Kalk ist dasselbe der Fall. Kalk in Vertretung der Magnesia ist, wenn auch

beim eigentlichen Chlorit in dieser Menge nicht bekannt, so doch in der Glimmergruppe nicht ungewöhnlich.

Berechnet man, die ganze Menge der SiO_2 und MgO als zum Serpentin gehörig angenommen, die zur Ergänzung nöthige Menge FeO und H_2O nach der Formel $H_2Mg_3Si_2O_8$ + aq., aus dem Resultat (I) der Partialanalyse, so erhält man folgende Zahlen, wobei nach dem Resultate der Bauschanalyse das FeO = 3·956% angenommen ist:

	Lösung. I.	Berechnet. II.	
SiO_2	= 37.706	37.706	
MgO	= 36.602	36.602	
CaO	= 1.677		
FeO	= 3.956	1.9836	Diff. 1.962
Fe_2O_3	= 6.032		
Al_2O_3	= 0.201		
H_2O	= 13.386	11.3121	

Die Analyse zeigt also in Uebereinstimmung mit der mikroskopischen Untersuchung eine grosse Menge Eisen, welches nicht im Serpentinmolekül enthalten, sondern als Magneteisen und wasserhaltige Eisenoxydverbindungen im Gesteine vertheilt ist.

Das zweite individualisirte Mineral im Serpentin, jene wasserhellen, parallelbegrenzten Krystalle mit Gitterstructur, erweisen sich vom Chlorit verschieden; denn sie werden zwischen gekreuzten Nicols dunkel, wenn die geradlinigen Begrenzungen, welche seine Längsausdehnung bestimmen, einen Winkel von 15—20° mit dem Hauptschnitte eines Nicol machen; ferner zeigen sie sehr lebhafte einheitliche Interferenzfarben. Endlich finden sich auch, wenngleich seltener, Durchschnitte, die von zwei gleichwerthigen Systemen jener grünen, gerade verlaufenden Adern, u. zw. unter einem Winkel von circa 55°, resp. 125° durchsetzt werden. Demnach ist dieses Mineral Hornblende. Die Längsspalten, auf denen der Serpentin eingedrungen ist, gehören der prismatischen Spaltbarkeit an; die querlaufenden, kurzen, verbindenden Adern entsprechen der bei hellen, stark nach der Verticalaxe ausgebildeten Hornblenden, wie dem Strahlstein, häufig beobachteten Absonderung senkrecht zu jener Axe. Die zuletzt beschriebenen Durchschnitte sind Schnitte annähernd senkrecht zu derselben Axe, und zeigen deshalb durch die Richtung der Spaltung den Prismenwinkel von 124°.

Es sind also die Hornblende-Individuen auf den Spalten von Serpentin, und zwar von Chrysotil durchzogen. Wie beim Olivin ist letzterer das erste Product der Umwandlung; auf den ersten Klüften und Spalten fand er den nöthigen Raum, dessen er bedurfte, um seine Fasern zu bilden. Wir haben schon geschildert, dass man im Serpentine selbst mittelst des polarisirten Lichtes den Chrysotil in derselben Anordnung überall wiederfindet, wie in der Hornblende, nämlich in parallelfaserigen Aggregaten, welche sich unter rechten Winkeln und Winkeln von circa 124° schneiden. Aus diesem Verhältniss von Serpentin und Hornblende zu einander, aus der Structur des Serpentins, wie sie sich in allen Schliffen wiederholt, geht unzweifelhaft hervor, dass der letztere das Umwandlungsproduct aus der ersteren ist, dass wir also hier einen in

grossen Massen auftretenden Serpentin haben, der aus Amphibolit entstanden ist. Auch lassen sich alle Zwischenstadien von der frischen Hornblende an bis zu der vollständigen Pseudomorphosirung beobachten. Ebenso wird die makroskopische Beschaffenheit dieses Serpentins, wie sie pag. 197 geschildert ist, durch diese Entstehungsart erklärlich.

Vom Olivinserpentin unterscheidet er sich durch mehrere wichtige Kennzeichen. Einmal fehlen hier gänzlich Erzschnüre und damit verschieden gefärbte Zonen. Dann aber sind hier die einzelnen von Chrysotil umrahmten Kerne, die aus einem verworren faserigen, schwach doppeltbrechenden Gemenge von Serpentinfasern bestehen, stets parallelepipedisch, da sie dem Prisma mit der dazu senkrechten Ebene entsprechen, während sie beim Olivin durch unregelmässige Sprünge entstanden sind und daher ein ganz regelloses Maschenwerk bilden. Ferner fehlen hier im Hornblendeserpentin gänzlich die für den Olivinserpentin so charakteristischen accessorischen Mineralien, über die bei den vorher beschriebenen Serpentinen gesprochen wurde.

Es erschien nun von Interesse, einige Klarheit über diese Umwandlung und die dabei stattgehabten Processe zu gewinnen Leider liess sich die Hornblende aus den Stücken, in welchen ihr bereits Serpentin beigemengt war und sie daher augenscheinlich das Material zur Serpentinbildung darbot, nicht hinreichend isoliren, um eine Analyse mit reinem Material zu gestatten. Es wurde daher jenes hellgrüne Hornblendegestein, welches sich nur in der Nähe des Serpentins fand und selbst Spuren von letzterem Mineral zeigte, analysirt und ergab: I und II.

	I.	II.	Mittel III.	IV.
SiO_2	46.133	46.681	46.407	
MgO	26.168	26.336	26.252	
CaO	10.254	11.03	10.642	1.7512
FeO	2.107	2.107	2.107	
Fe_2O_3	4.854	4.445	4.649	1.7448×2
Al_2O_3	6.727		6.727	
H_2O	3.584		3.584	
	99.827		100.369	

Die Zusammensetzung entspricht also einer Mg O-reichen Hornblende. Der Wassergehalt deutet auf die auch makroskopisch beobachtete Umwandlung hin, da derselbe höher ist, als die geringe Menge Wassers, welche die Hornblende-Analysen meist ergeben. Unter IV sind die Zahlen berechnet, welche sich für die MgO, CaO und FeO einerseits, SiO_2 und Al_2O_3 andererseits als Sauerstoffverhältniss ergeben. Das Eisenoxyd ist zum Theil wohl als ausgeschiedenes Erz in Rechnung zu bringen, wie sich solches in der That im Schliffe zeigt, zum Theil vertritt es eine äquivalente Menge Al_2O_3. Eine genauere Berechnung ist wegen der erwähnten Umbildung und Beimengung nicht thunlich. Jedenfalls zeigen die Zahlen, dass wir es in der That mit einem Körper der Amphibolgruppe zu thun haben, wie dies ja auch die optische Untersuchung und die übrigen physikalischen Eigenschaften bewiesen.

Was nun den Umwandlungsprocess in Serpentin betrifft, so ergibt eine Gegenüberstellung behufs Vergleichung

	Serpentin mit Chlorit	Serpentin ohne Chlorit	Hornblende
SiO_2	36·94	37·71	46·41
MgO	36·02	36·60	26·25
CaO	1·39	1·68	10·64
FeO	3·96	3·96	2·11
Fe_2O_3	6·87	6·03	4·65
Al_2O_3	1·35	0·20	6·73
H_2O	13·09	13·39	3·58

zuerst, dass im Verhältniss der Gehalt an Kieselsäure abgenommen, der Magnesiagehalt dagegen zugenommen hat. Was die Abnahme des Kalkgehaltes betrifft, so führt Roth (a. a. O. pag. 351) Beobachtungen von Scheerer an, wonach bei der Umwandlung des Diallags von der Baste in Serpentin mittelst der Analyse nachgewiesen wurde, dass der ungefähr 20 Proc. betragende Gehalt an Kalk im Laufe des Processes ganz verschwindet. Ebenso gehen die 10 Proc. Kalk der Hornblende ganz fort bei der Serpentinbildung, denn die Analyse des Chlorites, welcher 5·5 Proc. Kalk enthält, zeigt, dass der Kalk des Gesteines fast ganz dem Chlorit angehört.

Der Chlorit ist aber entschieden eine Neubildung in dem Serpentine; er hat sich während des Umwandlungsprocesses gebildet; dafür spricht sein ganzes Vorkommen im Gestein, seine unversehrten scharfen Umrisse, sein Auftreten auf Absonderungsflächen, verglichen mit dem Fehlen desselben im Hornblendegesteine. Auf eine spätere Bildung deutet auch die ihn stets begleitende Erzausscheidung. Der Kalk ging also bei der Umwandlung, so weit er nicht fortgeführt wurde, zum grossen Theile in den Chlorit über; ein Gleiches ist von dem Verhalten der Thonerde zu sagen. Die Hornblende enthält über 6 Proc. Al_2O_3, der Serpentin 0·2 Proc., der Chlorit an 13 Proc. Es scheint demnach, dass die Thonerde wegen ihrer Schwerlöslichkeit zur Bildung des Chlorites, eines thonerdereichen Silicates, Anlass gegeben hat. Immerhin ist damit nur erst der Verbleib eines kleinen Theiles derselben nachgewiesen. Es bleiben daher nur zwei Möglichkeiten der Erklärung: entweder ist durch besonders günstige Umstände die übrige Thonerde in der That fortgeführt worden, dafür würden gewisse Anhäufungen des Chlorites sprechen, die sich zerstreut als Kluftausfüllungen im Serpentin finden; oder der analysirte Serpentin entstand aus einer thonerdeärmeren Hornblende, resp. würde die analysirte Hornblende einen chloritreicheren Serpentin liefern. In der That erscheint es nicht unwahrscheinlich, dass, so wie die analysirte Hornblende bereits einen verhältnissmässig geringen Thonerde-, grossen Magnesiagehalt aufweist, sich dort Schichten befunden haben, in denen erstere in noch geringeren Mengen vorhanden war und die dann ein für die Serpentinbildung noch mehr geeignetes Material darstellten. Vielleicht spricht für eine solche Annahme der

Umstand, dass die mit dem Serpentin verwachsene Hornblende im Aussehen zum Verwechseln den thonerdefreien Gliedern der Pyroxenreihe, wie dem Eustatit, gleicht, wenngleich der Prismenwinkel von 124° und die optischen Eigenschaften sie unter die monoklinen Amphibole verweisen. Aus der Thatsache, dass die Thonerde der Hornblende gänzlich in den Chlorit übergegangen ist, ergibt sich eine interessante Bestätigung der Ansicht, dass die scharfe Trennung des thonerdefreien Serpentins von den ähnlich aussehenden, aber thonerdehaltigen Hydraten der Magnesiasilicate, wie dem Pseudophit u. s. w., eine naturgemässe ist.

Die bereits geschilderten Lagerungsverhältnisse des Serpentins stehen mit seiner Entstehung im besten Einklange; er liegt im Amphibolit und im Streichen des Gneisses, er ist also ein umgewandelter Schichtencomplex von Hornblendefels. Es steht mit Sicherheit zu erwarten, dass Serpentine ähnlicher Entstehung sich in Gneissgebieten in Menge finden werden; wenigstens entspricht bei vielen Vorkommen, von denen wir eine Schilderung der Lagerungsverhältnisse besitzen, diese letztere in frappirender Weise dem hier geschilderten Falle.

Um nur ein Beispiel zu erwähnen, so schildert Gümbel[1]) in der Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges die Serpentine fast stets als im Gneisse mit Hornblendegestein, Chlorit und Talk vorkommend, so dass es scheint, als befänden sich dort solche Serpentine wie der eben geschilderte.

Wie wir somit gesehen haben, bietet das Serpentingebiet um den Bluttenberg Serpentine sehr verschiedener Entstehung und Ausbildung dar, denen nur die Lagerung im Gneisse gemeinsam scheint. Durch letztere unterscheiden sie sich sogleich wesentlich von dem Serpentine des südlichen Vorkommens, zu dem wir uns nun wenden.

Serpentine des Amariner Thals.

Das Amariner Thal wird von der Thur durchflossen. In seinem oberen Laufe fliesst dieser Bach auf der Grenze von Granit rechts und Grauwacke links hin und tritt dann kurz vor dem Flecken Odern in das Gebiet der letzteren ein. Hier findet sich der Serpentin, nahe dem Granit, im Uebergangsgebirge an mehreren Punkten: auf der rechten Seite ein kleines Vorkommen am Felleringer Kopf auf der Landesgrenze und ein sehr bedeutendes auf dem Thalhorne, einem Berge, an dessen Fusse der Flecken Odern liegt; auf der linken Seite ein sehr unbedeutendes Vorkommen am Trehkopfe.

---

[1]) Ostbayerisches Grenzgebirge, 1868.

Dieser letztere Serpentin enthält Bronzit und erweist sich bei der mikroskopischen Untersuchung als verschieden von den andern beiden, dagegen petrographisch eng verwandt dem Serpentine von Starkenbach; auch liegt er vielleicht im Gneiss, da sich in der Nähe Blöcke von letzterem Gesteine finden. Er wird uns daher nicht weiter beschäftigen.

Das Thalhorn bei Odern, von dem Köchlin-Schlumberger[1]) ein Profil gibt, besteht in seinem nordwestlichen Theile aus Granit, im Uebrigen aus Grauwacke, die aber mehrfach von Granitgängen durchsetzt ist. Der ganze Berg ist mit Felsen und grossen Blöcken wie besäet, und zwar zeigen diese einen sehr wechselnden petrographischen Charakter, eine in dem sonst sehr einförmigen Gebiete auffallende Thatsache; theils sind es Granit-, theils sehr verschiedenartig ausgebildete Grauwackenblöcke, bald Gabbro oder Serpentin, dann wieder grobe Conglomerate und talkige Schiefer, Leptynit und hornfelsartige Gesteine, so dass es nicht leicht ist, sich von den wirklichen Verhältnissen dieser verschiedenen Felsarten zu einander ein richtiges Bild zu machen.

Der Gabbro und der Serpentin von Odern sind von Delesse ausführlich in den Annales des mines beschrieben worden, und wir besitzen Analysen des Feldspath, des Diallag und des Chrysotil von ihm. Delesse schilderte, den Anschauungen seiner Zeit gemäss, den Serpentin als entstanden aus dem Feldspathe.

Sicher ist, dass der Serpentin im engsten Zusammenhange mit dem Gabbro steht, denn man findet beide nicht nur local stets zusammen, sondern sie enthalten auch dieselben Mineralien. So trifft man in jedem derselben grosse Individuen von Diallag und von zersetztem Feldspathe an.

Der Gabbro, welcher nach der Grenze gegen die umgebende Grauwacke hin oft Einschlüsse von Geschieben anderer Gesteine zeigt, ist zum Theil ein grobkörniges Gemenge von Feldspath, Diallag und Quarz, gewöhnlich aber gesellt sich dazu eine graue Substanz, in der jene Mineralien wie in einer Grundmasse eingebettet liegen, und zwar in sehr wechselndem Verhältniss, so findet man theils den Diallag weit vorherrschend, theils den Feldspath allein. Endlich können beide Mineralien verschwinden und jene Substanz bildet dann allein das Gestein, von Quarz durchwachsen. Das Mikroskop bestätigt, dass der Feldspath sehr zersetzt ist; es zeigt ferner, dass der Diallag auch hier die bekannte feine Streifung und in Reihen geordnete, unregelmässig begrenzte, opake Interpositionen enthält. Die graue Substanz erweist sich als ein verfilztes Durcheinander von Krystallnadeln, deren optische Eigenschaften, da sie sich wegen ihrer Feinheit nicht isoliren liessen, nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnten. Indessen spricht das ganze Aussehen und die Ausbildung dafür, dass wir es hier mit einer amphibolitischen Verbindung zu thun haben. Leider war eine Isolirung der mit Quarz imprägnirten Substanz nicht möglich.

[1]) Descr. géol. et min. du dép. du Haut-Rhin, Fig. 31.

Diese feinfaserige Hornblende scheint es nun zu sein, welche hier das Material zur Serpentinbildung geliefert hat. Einmal nämlich findet sich der Serpentin ganz in derselben Weise wie jene, grosse Krystalle von Diallag enthaltend, wie oben geschildert; dann findet man auch den Amphibolit mit dem Serpentin verwachsen und von Adern desselben durchzogen. Makroskopisch wie im Schliffe ist dann wegen der Feinheit der Amphibolnadeln einerseits, des Serpentinaggregats andererseits eine scharfe Grenze nicht wahrzunehmen. Die Mikrostructur unterstützt unsere Annahme, denn der Serpentin zeigt nirgends mit Ausnahme der serpentinisirten Diallagkrystalle, charakterisirt durch die meist erhaltenen Interpositionen, Verhältnisse, die auf eine Entstehung aus grösseren Krystallindividuen hinwiesen, wie etwa die vorhergeschilderten Serpentine. Diese Thatsache macht es allerdings unmöglich, hier ebenso wie dort aus der Mikrostructur den strengen Beweis der Entstehungsart zu führen. Allein in Verbindung mit den angeführten anderweitigen Umständen ergibt sich aus derselben wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit die oben angedeutete Art der Bildung des Serpentins. Jedenfalls ist sie, schon wegen der vollkommeneren krystallinischen Ausbildung des Amphibolits, wahrscheinlicher als die entgegengesetzte Annahme. Auch das massenhafte Auftreten des Serpentins — das Vorkommen ist bei weitem das bedeutendste im Elsass — steht unserer Annahme nicht entgegen, da ganz in derselben Weise, wie oben geschildert, ausgebildeter Amphibolit vom Gabbro unabhängig felsbildend auf dem Thalhorn auftritt. Merkwürdig bleibt das Verhältniss beider Gesteine zu einander. Leider gestatten die ungenügenden Aufschlüsse nicht, darüber in's Klare zu kommen.

Als sicher ist wohl das interessante Resultat anzusehen, dass hier nicht, wie man nach Analogie anderer, besonders von Tschermak a. a. O. geschilderter Verhältnisse vermuthen sollte, der Serpentin, da er in Verbindung mit Gabbro steht, sich aus dem letzteren beigemengtem Olivin bildete. In der That zeigt sich von Olivin keine Spur, im Gabbro eben so wenig wie in dem Serpentine. Schliesslich theile ich noch eine Analyse des letzteren mit (I):

	I.	II.
SiO_2	39.171	39.171
MgO	37.033	37.033
FeO	4.000	3.853
Fe_2O_3	4.056	
Al_2O_3	1.797	
H_2O	13.722	11.751
	99.779	

II gibt wieder die von der Serpentinformel geforderten Mengen von Fe O und H_2 O an, wenn man die ganze Menge der Si O_2 und der Mg O als in der Verbindung enthalten annimmt. Es ergibt sich auch hier, entsprechend der mikroskopischen Beobachtung, eine ziemliche Menge ausgeschiedenen Erzes. Es ist dies, wie man sieht, ein Umstand, der allen Serpentinen der Vogesen gemeinsam ist. Die Analyse bestätigt, dass wir es auch hier mit einem typischen Serpentine zu thun haben.

Fassen wir nun die Resultate der vorliegenden Beobachtungen zusammen, so sehen wir, dass die Hypothese von Roth sich vollkommen bestätigt hat: nicht allein der Olivin ist im Stande, den Serpentin zu erzeugen, sondern auch die anderen gesteinsbildenden, thonerdearmen Magnesiasilicate, Bronzit und Amphibol, können unter Umständen dasselbe stabile Hydrat als Zersetzungsproduct liefern.

B. Specialkarten im Maasse von 1 : 144.000 der Natur. 2000 Klafter = 1 Zoll.

I. Oesterreich ob und unter der Enns.

Nr.			Schw. Karte fl.	Schw. Karte kr	Color. Karte fl.	Color. Karte kr
1	Umgebung von	Kuschwarta	40		1	20
2		Krumau	60		4	50
3		Weitra	60		4	50
4		Göffritz	60		4	.
5		Znaim	60		5	.
6		Holitsch	60		3	50
7		Schärding	40		1	70
8		Freistadt	60		3	.
9		Zwettl	60		2	.
10		Krems	60		5	50
11		Stockerau	60		4	50
12		Molaczka	60		3	50
13		Braunau	60		2	.
13b		Ried	40		4	50
14		Linz	60		3	.
15		Amstetten	60		3	.
16		St. Pölten	60		4	.
17		Wien	60		5	.
18		Pressburg	60		4	50
19		Gmunden	40		4	.
20		Windischgarsten	60		5	50
21		Waidhofen	60		5	50
22		Maria-Zell	60		6	50
23		Wiener-Neustadt	60		5	50
24		Wieselburg	60		2	.
25		Hallstatt	40		4	.
26		Spital am Pyhrn	40		1	.
28		Mürzzuschlag	60		4	50
29		Aspang	60		4	50
29		Die ganze Karte			110	.

II. Salzburg.

Nr.			Schw. Karte fl.	Schw. Karte kr	Color. Karte fl.	Color. Karte kr
1a						
1b						
2						
2	Umgebung von	Dittmoning	30		1	.
3		Ried	40		4	.
5		Salzburg	40		3	.
6		Thalgau	40		4	.
7		Hopfgarten	30		3	.
8		Saalfelden	40		4	.
9		Radstadt	40		4	.
10		Zell im Zillerthale	40		2	50
11		Zell in Pinzgau	40		4	50
12		Radstädter Tauern	40		4	50
13		St. Leonhard	30		1	.
14		Tefferecken	30		1	.
15		Gmünd	30		1	.
13		Die ganze Karte			36	.

III. Steiermark und Illyrien.

Nr.			Schw. Karte fl.	Schw. Karte kr	Color. Karte fl.	Color. Karte kr
1	Umgebung von	Schladming	50		1	.
2		Rottenmann	70		4	50
3		Bruck u. Eisenerz	70		4	50
4		Mürzzuschlag	70		3	50
5		Grossglockner	50		1	.
6		Ankogel	50		1	.
7		Ober-Wölz	70		3	50
8		Judenburg	70		3	50
9		Gratz	70		3	50
10		Ober-Drauburg	70		3	50
11		Gmünd	70		3	50
12	Umgebung von	Friesach	70		5	.
13		Wolfsberg	70		4	.
14		Wildon	70		4	.
15		Villach u. Tarvis	70		4	.
16		Klagenfurt	70		6	.
17		Windischgratz	70		5	50
18		Marburg	70		4	.
19		Friedau	50		1	.
20		Caporetto u. Canale	50		3	.
21		Krainburg	70		4	50
22		Möttnig u. Cilli	70		5	50
23		Windisch-Feistritz	70		5	50
24		Görz	70		2	50
25		Laibach	70		5	.
26		Weixelburg	70		4	50
27		Landstrass	50		2	.
28		Triest	70		2	.
29		Laas u. Pinguente	70		4	50
30		Möttling	70		3	50
31		Cittanuova u. Pisino	50		2	50
32		Fianona u. Fiume	70		3	.
33		Novi u. Fuscine	50		3	.
34		Dignano	50		1	20
35		Veglia u. Cherso	70		2	.
36		Ossero	50		1	.
36		Die ganze Karte			120	.

IV. Böhmen.

Nr.			Schw. Karte fl.	Schw. Karte kr	Color. Karte fl.	Color. Karte kr
1	Umgebung von	Schluckenau	50		1	.
2		Hainspach	50		1	.
3		Tetschen	70		5	50
4		Reichenberg	70		5	50
5		Neustadtl	70		4	.
6		Neudek	50		1	75
7		Komotau	70		5	50
8		Leitmeritz	70		6	.
9		Jungbunzlau	70		5	50
10		Jičin	70		6	50
10		Braunau	70		4	.
11		Eger	70		5	.
12		Lubenz	70		4	50
13		Prag	70		5	50
14		Brandeis	70		4	.
15		Königgrätz	70		4	.
16		Reichenau	70		4	.
17		Plan	70		3	50
18		Pilsen	70		3	50
19		Beraun	70		5	.
20		Beneschau	70		4	.
21		Chrudim u. Časlau	70		3	50
22		Leitomischl	70		3	50
23		Klentsch	50		1	75
24		Klattau	70		4	50
25		Mirotitz	70		4	.
26		Tabor	70		3	.
27		Deutschbrod	70		2	.
28		Bistrau	50		1	50
29		Schüttenhofen	70		2	50
30		Wodnian	70		4	.
31		Neuhaus	70		1	.
32		Zerekwe	50		4	.

V. Ungarn.

Nr.			Schw. Karte fl.	Schw. Karte kr	Color. Karte fl.	Color. Karte kr
3	Umgeb. v.	Kuschwarda	50		1	.
4		Krumau	70		5	.
5		Wittingau	70		4	.
2		Rosenberg	50		.	80
3		Puchers	50		.	70
4		Die ganze Karte			135	.
5						
6						
1						
2						
3						
4						
5						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
1	Umgebung von	Skalitz u. Holič	70		2	50
2		Malaczka	70		3	50
3		Pressburg	70		4	50
4		Ledenitz	70		2	.
5		Trentschin	70		5	.
1		Tyrnau	70		4	50
2		Neutra	70		1	50
3		Caca	70		1	.
4		Sillein	70		5	.
5		Kremnitz	70		5	50
6		Schemnitz	70		4	.
1		Verebély u. Bars	70		2	.
2		Gran	70		5	.
3		Namjesto	70		1	50
4		Rosenberg u. Kubin	70		5	50
5		Neusohl	70		5	50
6		Altsohl	70		3	25
1		Balassa-Gyarmath	70		3	.
2		Waitzen	70		5	.
3		Magura-Gebirge	50		2	50
4		Käsmark u. Poprad	70		5	50
5		Dobschau	70		4	30
6		Rima Szombath	70		3	30
1		Fülek	70		1	75
2		Erlau	70		2	50
3		Lubló	50		2	50
1		Leutschau	70		3	.
2		Schmölnitz u. Rosenau	70		4	.
3		Szendrő	70		4	.
4		Miskolcz	70		3	.
5		Mező Kövesd	70		1	50
6		Bartfeld	70		1	50
1		Eperies	70		2	.
2		Kaschau	70		3	50
3		Sátoralja Ujhely	70		4	50
4		Tokay	70		4	.
5		Hajdu Böszörmény	70		3	.
6		Snina	70		2	.
2		Unghvár	70		4	.
3		Király Helmecz	70		1	50
4		Lutta	70		1	.
2		Nižny Verecky	70		1	70
4		Die ganze Karte			135	.

VI. Tirol.

Nr.			Schw. Karte fl.	Schw. Karte kr	Color. Karte fl.	Color. Karte kr
1	Umgeb. v.	Bregenz-Feldkirch	60		5	50
2		Vils-Reutte	60		4	.
3		Scharnitz u. Telfs	40		4	.
4		Kufstein u. Schwatz	40		4	50
5		Kitzbühel und St. Johann	60		2	50
6		Bludenz	60		4	50
8		Innsbruck	60		5	50
9		Zell u. Pregraten	60		5	.

C. Specialkarten der Bukowina im Maasse von 2½ Wr. Zoll = 1 öst. Meile.

Blatt Nr. 52	Kutty Wisznitz	4 fl.	— kr.
„ „ 55	Umgebung von Putilla	3 „	50 „
„ „ 56	Radutz	4 „	50 „
„ „ 57	Kimpolung	5 „	— „
„ „ 58	Gurahumora	4 „	— „
„ „ 60		1 „	— „

Die geologisch colorirten Karten werden von der k. k. geologischen Reichsanstalt und der Kunsthandlung von A. Artaria auf Bestellung geliefert; auch werden schwarze Karten geologisch colorirt.

Druck von J. C. Fischer & Comp. Wien.